



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS POTENSI *CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM*
DAN PELUANG PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA PANAS BUMI DI SISTEM KETENAGALISTRIKAN
JAWA-MADURA-BALI**

TESIS

SURYO UTOMO
07 06 17 33 70

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
Juni 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS POTENSI *CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM*
DAN PELUANG PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA PANAS BUMI DI SISTEM KETENAGALISTRIKAN
JAWA-MADURA-BALI**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

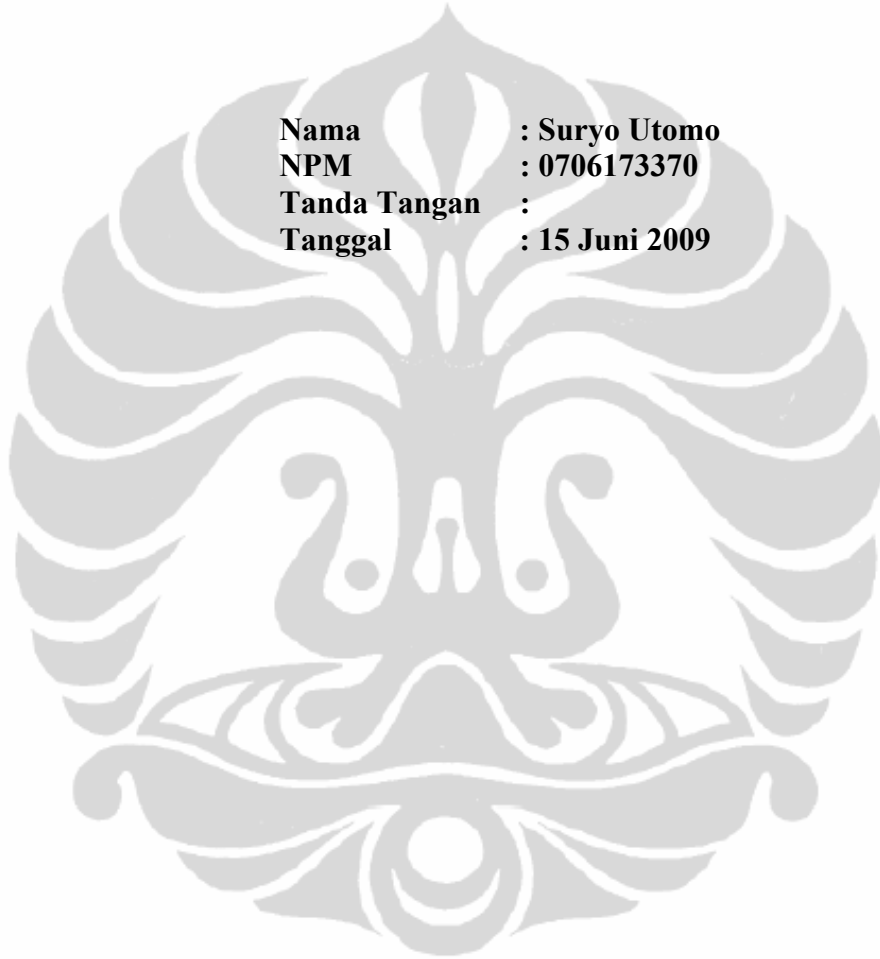
**SURYO UTOMO
07 06 17 33 70**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN TEKNIK TENAGA LISTRIK
DEPOK
Juni 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Suryo Utomo
NPM : 0706173370
Tanda Tangan :
Tanggal : 15 Juni 2009



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Suryo Utomo
NPM : 07061733770
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Tesis : Analisis Potensi *Clean Development Mechanism* dan
Peluang Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga
Panas Bumi Di Sistem Ketenagalistrikan Jawa-
Madura-Bali.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

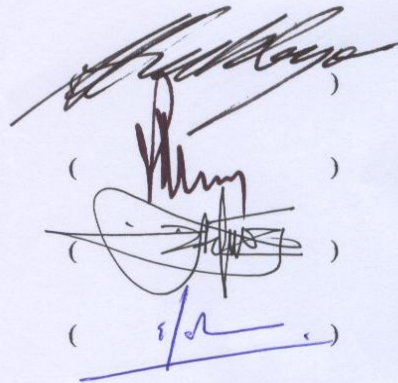
DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyo

Penguji : Prof. Ir. Rinaldy Dalimi, M.Sc., Ph.D

Penguji : Dr. Ir. Ridwan Gunawan, M.T.

Penguji : Dr. Eko Adhi Setiawan



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 21 Juli 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah, Tuhan Semesta Alam, karena hanya dari-Nya-lah segala berkah dan rahmat yang membuat saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi di Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Indonesia dan mencapai gelar Magister Teknik. Saya meyakini dan sadar bahwa bantuan, bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak selama masa perkuliahan maupun pada saat penyusunan tesis, merupakan faktor utama yang menyebabkan saya mampu menyelesaikan tesis ini. Oleh sebab itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyو, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, mencurahkan tenaga maupun pikirannya untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
- (2) Drs. Tri Handoko M.Sc., dan rekan-rekan di Sub Direktorat Pelayanan Usaha Tenaga Listrik, Direktorat Pembinaan Pengusahaan Ketenagalistrikan, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, yang telah membantu penyediaan data-data yang saya perlukan;
- (3) Istri, orang tua, dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material; dan
- (4) Teman yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan memberikan imbalan atas segala kebaikan para pihak yang telah membantu. Harapan saya adalah agar tesis ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pondok Aren, 15 Juni 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Suryo Utomo
NPM : 0706173370
Program Studi : Magister Teknik
Departemen : Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS POTENSI *CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM*
DAN PELUANG PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA PANAS BUMI DI SISTEM KETENAGALISTRIKAN
JAWA-MADURA-BALI**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Pondok Aren
Pada tanggal : 15 Juni 2009
Yang menyatakan

(Suryo Utomo)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DARTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	2
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Pemanasan Global dan <i>Clean Development Mechanism</i> (CDM)	5
2.3 Prosedur Penghitungan Factor emisi baseline.....	10
2.3.1 Mengidentifikasi Sistem Ketenagalistrikan Terkait.....	10
2.3.2 Memilih Metode Perhitungan Faktor Emisi OM	11
2.3.3 Menghitung Faktor Emisi OM Berdasarkan Metode Dipilih	12
2.3.3.1 <i>Simple OM</i>	12
2.3.3.2 <i>Simple Adjusted OM</i>	15
2.3.3.3 <i>Dispatch Data Analysis OM</i>	17
2.3.3.4 <i>Average OM</i>	19
2.3.4 Mengidentifikasi Kelompok Pembangkit <i>Build Margin</i> (BM).....	19
2.3.5 Menghitung Faktor Emisi BM	20
2.3.6 Menghitung Faktor Emisi CM	20
2.3 Prosedur Umum Perhitungan Pengurangan Emisi.....	21
2.4 <i>Net Calorific Value</i> (NCV)	21
2.5 Konversi Karbon (C) Menjadi Karbondioksida (CO ₂)	22
2.6 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi	23
2.7 Peluang Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi.....	25
2.8 Model Perhitungan Keuangan PLTP	26
3. PENGUMPULAN DATA.....	28
3.1 Umum.....	28
3.2 Data Pembangkit Listrik	28
3.3 Data Energi Listrik.....	29
3.4 Data Penggunaan Bahan Bakar	31
3.5 Data Nilai Kalori Bahan Bakar	32
3.6 Data Nilai Faktor Emisi Bahan Bakar.....	33

4. PENGOLAHAN DATA.....	35
4.1 Umum.....	35
4.2 Penghitungan Faktor Emisi Baseline Sistem JAMALI.....	36
4.2.1 Identifikasi Sistem Ketenagalistrikan	37
4.2.2 Menentukan Metode dan Menghitung Faktor Emisi OM.....	38
4.2.2.1 Penghitungan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit di Sistem JAMALI	40
4.2.2.2 Penghitungan <i>Net Calorific Value</i> (NCV)	41
4.2.2.3 Penghitungan Emisi Karbondioksida (CO ₂)	42
4.2.2.4 Penghitungan Emisi Karbondioksida (CO ₂) di Sistem JAMALI	42
4.2.3 Menghitung Faktor Emisi BM	43
4.2.4 Menghitung Faktor Emisi CM	45
4.3 Uji Sensitivitas Faktor Emisi <i>Baseline</i> di Sistem JAMALI.....	46
4.3.1 Uji Sensitivitas Dengan Faktor Kapasitas 60%	47
4.3.2 Uji Sensitivitas Faktor Emisi <i>Baseline</i> Dengan Faktor Kapasitas 70%	79
4.3.3 Uji Sensitivitas Faktor Emisi <i>Baseline</i> Dengan Faktor Kapasitas 80%	51
5. PEMBAHASAN	53
5.1 Analisis Potensi <i>Clean Development Mechanism</i> (CDM).....	53
5.2 Analisis Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi.....	55
5.2.1 Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Salak Tahap I.....	57
5.2.2 Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Darajat Tahap II	60
5.2.3 Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Darajat Tahap I..	63
6. KESIMPULAN.....	67
DAFTAR REFERENSI	69
DAFTAR PUSTAKA	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Cara Menentukan λ_y dalam Metode <i>Simple Adjusted OM</i>	16
Gambar 2.2.	Teknik Pemanfaatan Uap Basah.....	23
Gambar 2.3.	Teknik Pemanfaatan Air Panas	24
Gambar 2.4.	Teknik Pemanfaatan Batuan Panas	25
Gambar 2.5.	Komposisi Tipikal Biaya Pembangunan PLTP.....	25
Gambar 2.6.	Potensi Panas Bumi Indonesia	26
Gambar 4.1.	Langkah Penghitungan Faktor Emisi <i>Baseline</i>	38
Gambar 4.2.	Peta Sistem Ketenagalistrikan Jawa-Madura-Bali (JAMALI).....	39
Gambar 4.3.	Perbandingan <i>Low Cost/Must Run</i>	40
Gambar 4.4.	Emisi CO ₂ di Sistem JAMALI	44
Gambar 4.5.	Kontribusi Energi 5 Pembangkit Terbaru Terhadap Sistem.....	45
Gambar 4.6.	Kontribusi Energi Pembangkit Usia <10 Tahun Terhadap Sistem	45
Gambar 5.1.	Siklus Proyek CDM.....	55
Gambar 5.2.	Hasil Simulasi Perbandingan Potensi CER dengan Biaya Administratif Pengajuan PLTP Sebagai Proyek CDM	54
Gambar 5.3.	Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 5,45 US\$Cent/kWh, PLTP Salak Tahap I (165 MW)	57
Gambar 5.4.	Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 5,95 US\$Cent/kWh, PLTP Salak Tahap I (165 MW)	58
Gambar 5.5.	Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 7,23 US\$Cent/kWh, PLTP Salak Tahap I (165 MW)	58
Gambar 5.6.	Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 8,51 US\$Cent/kWh, PLTP Salak Tahap I (165 MW)	59
Gambar 5.7.	Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 5,45 US\$Cent/kWh, PLTP Darajat Tahap II (90 MW)	61
Gambar 5.8.	Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 5,95 US\$Cent/kWh, PLTP Darajat Tahap II (90 MW)	61
Gambar 5.9.	Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 7,23 US\$Cent/kWh, PLTP Darajat Tahap II (90 MW)	62
Gambar 5.10.	Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 8,51 US\$Cent/kWh, PLTP Darajat Tahap II (90 MW)	62
Gambar 5.11.	Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 5,45 US\$Cent/kWh, PLTP Darajat Tahap I (55 MW)	64
Gambar 5.12.	Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 5,95 US\$Cent/kWh, PLTP Darajat Tahap I (55 MW)	64

Gambar 5.13. Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 7,23 US\$Cent/kWh, PLTP Darajat Tahap I (55 MW)	65
Gambar 5.14. Perubahan Variabel Independen Terhadap Rasio IRR/MARR pada Harga Jual Listrik 8,51 US\$Cent/kWh, PLTP Darajat Tahap I (55 MW)	65



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Rencana Pengembangan PLTP di Jawa dan Bali.....	26
Tabel 2.2. Rencana Pengembangan PLTP di Luar Jawa dan Bali	27
Tabel 3.1. Pembangkit Listrik Sistem JAMALI	30
Tabel 3.2. Energi Netto di Sistem Ketenagalistrikan JAMALI	31
Tabel 3.3. Energi Listrik yang Dibangkitkan Pembangkit PT PLN	31
Tabel 3.4. Energi Listrik Pembangkit-Pembangkit Swasta Diterima P3B	32
Tabel 3.5. Data Penggunaan Bahan Bakar Pembangkit PT PLN	33
Tabel 3.6. Spesifikasi Bahan Bakar Minyak PT Pertamina	33
Tabel 3.7. Nilai Kalori Batubara Berdasarkan Perusahaan.....	34
Tabel 4.1. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Pembangkit PT PLN	41
Tabel 4.2. Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit Listrik Sistem JAMALI	42
Tabel 4.3. Faktor Emisi OM di Sistem JAMALI Selama Tiga Tahun	44
Tabel 4.4. Emisi CO ₂ Pembangkit BM	46
Tabel 4.5. Faktor Emisi BM.....	46
Tabel 4.6. Faktor Emisi Sistem JAMALI	47
Tabel 4.7. Energi Dihasilkan Pembangkit dengan Faktor Kapasitas 60%.....	48
Tabel 4.8. Penggunaan HSD/IDO Setelah Penambahan PLTU Batubara	49
Tabel 4.9. Faktor Emisi <i>Baseline</i> pada Faktor Kapasitas 60%	49
Tabel 4.10. Energi Dihasilkan Pembangkit dengan Faktor Kapasitas 70%.....	50
Tabel 4.11. Penggunaan HSD/IDO Setelah Penambahan PLTU Batubara	51
Tabel 4.12. Faktor Emisi <i>Baseline</i> pada Faktor Kapasitas 70%	51
Tabel 4.13. Energi Dihasilkan Pembangkit dengan Faktor Kapasitas 80%.....	52
Tabel 4.14. Penggunaan HSD/IDO Setelah Penambahan PLTU Batubara	52
Tabel 4.15. Faktor Emisi <i>Baseline</i> pada Faktor Kapasitas 80%	53
Tabel 5.1. Biaya Indikatif Pendaftaran Proyek CDM	54
Tabel 5.2. Biaya Registrasi Proyek CDM dengan Kapasitas di atas 15 MW	54
Tabel 5.3. Contoh Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi	55
Tabel 5.4. <i>Capital Cost</i> dan Biaya Operasi dan Pemeliharaan PLTP	56
Tabel 5.5. Harga Jual Listrik PLTP	56
Tabel 5.6. Potensi Perolehan CER PLTP	56
Tabel 5.7. Batas Toleransi Perubahan Variabel Independen pada PLTP Salak Tahap I	60
Tabel 5.8. Batas Toleransi Perubahan Variabel Independen pada PLTP Darajat Tahap II	63
Tabel 5.9. Batas Toleransi Perubahan Variabel Independen pada PLTP Darajat Tahap I	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Penggunaan Bahan Bakar	73
Lampiran 2. Perhitungan Faktor Emisi <i>Baseline</i> sebelum penambahan PLTU Batubara	76
Lampiran 3. Perhitungan Faktor Emisi <i>Baseline</i> dengan Faktor Kapasitas PLTU Batubara Tambahan 60%	77
Lampiran 4. Perhitungan Faktor Emisi <i>Baseline</i> dengan Faktor Kapasitas PLTU Batubara Tambahan 60%	86
Lampiran 5. Perhitungan Faktor Emisi <i>Baseline</i> dengan Faktor Kapasitas PLTU Batubara Tambahan 60%	96
Lampiran 6. Jumlah dan Nilai <i>Certified of Emission Reduction</i>	106

